

УДК 691-035.48(075.В)

Є.М.ПЕТРИКОВА, Л.О.ШЕЙНІЧ, д-р техн. наук  
Київський національний університет будівництва та архітектури  
І.В.МЕЛЬНИК

Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій Держбуду, м.Київ

## **СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ІЗОЦІАНАТІВ ДЛЯ РЕМОНТУ Й ЗАХИСТУ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Наведено результати дослідження деяких фізико-механічних характеристик отриманих полімерсилікатних композицій на основі ізоціанатів, що дозволяють запропонувати їх для ремонтних робіт. Розглянута технологія застосування розроблених систем для ремонту й реставрації залізобетонних конструкцій.

У КНУБА і НДІБК були розроблені й досліджені полімерсилікатні композиції, на які отримані патенти України. Метою дослідження було одержання композитів, що мають високі захисні властивості. Використання таких композицій можливо при реконструкції, ремонті, відновленні бетонних і залізобетонних конструкцій, поверненні габаритів конструктивним елементам, а також для підвищення довговічності підземних споруд.

Основою полімермінеральних систем є матеріали органічного й неорганічного походження. Такі системи є цікавими з точки зору сполучення речовин різної хімічної природи.

Ідеєю отримання систем була гіпотеза про можливість отримання захисних корозійностійких композитів на основі полімеру і складного реакційноздатного мінерального компонента, що вміщує активну дисперсну гідратну складову. При цьому повинна відбуватися хімічна взаємодія між усіма складовими і утворюватися єдина система з високими фізико-механічними властивостями.

Висока реакційна здатність до води й силікатів, протікання реакції до повного вичерпання вихідних компонентів, утворення розгалужених тривимірних сіток – визначили можливість використання як полімерної складової ізоціанату (поліізоціанат-Д, ТУ-113-03-78222701-92). Для регулювання властивостей органічної матриці як пластифікатор застосовували олігоєфір (ТУ 6-01-450-76).

Силікатна частина системи складається з розчинного натрієвого скла й активного мінерального наповнення. Як наповнення використовували сухі відходи виробництва азбестоцементних виробів, що є різновидом в'яжучих контактного тверднення, дозволяють отримати однорідну структуру й зменшити витрату полімеру, тобто здешевити композицію.

Розроблено дві рецептури: перша вміщує 15% наповнення, друга – 10%. Дозування компонентів – об'ємне. Послідовність приготування така: ізоціанат і пластифікатор ретельно перемішували до досягнення однорідності, потім послідовно додавали рідке скло й активне наповнення. Отриману суміш перемішували протягом 5 хв. до отримання однорідної маси.

Одним з основних показників для ремонтних і захисних систем є міцність зчеплення полімерних систем із бетоном. Адгезію визначали за відривом склеєних, розробленими композитами, половинок вісімок на приладі Міхаеліса. Адгезія систем перевищує міцність бетону на розрив, тому руйнування зразків відбувається по бетону, що свідчить про високу клеючу властивості полімерсилікатних композицій.

Швидкість набору міцності – одна з важливих експлуатаційних характеристик, що дозволяє визначити терміни й умови використання матеріалів та композицій (табл.1).

Таблиця 1 – Кінетика набору міцності органосилікатних композицій

Термін випробування, діб	Міцність на стиск, МПа	
	склад 1	склад 2
3	41,67	53,08
7	81,5	79,92
14	77,25	80,17
28	101,17	88,25
90	111,83	93,25
180	118,17	104,5

Результати випробування зразків після тривалого повітряного зберігання показали, що композиції найбільш інтенсивно набирають міцність у ранні строки, в більші терміни цей процес уповільнюється, але не зупиняється. Ступінь отверднення на третю добу складає приблизно 50%, практично повністю композиції отвердівають на 7-у добу.

Визначення хімічної стійкості систем проводили згідно з [1]. Виготовляли зразки 20х20х20 мм з дослідних матеріалів і з цементно-піщаних розчинів, які покривали органомінеральними композиціями в один і два шари.

Стійкість систем до дії агресивних середовищ оцінювали за коефіцієнтом хімічної стійкості ( $K_{х.с.}$ ), що дорівнює відношенню межі міцності при стиску зразків, які було піддано впливу агресивного середовища до межі міцності при стиску контрольних зразків.

Випробування досліджуваних систем показують, що системи продовжують повільно набирати міцність у різних агресивних середовищах. Дослідження тривають, але за  $K_{х.с.}$  в 6 місяців можна зробити

висновок, що системи мають високу стійкість ( $K_{х.с.} > 0,8$ ) у солях, органічних системах і особливо в концентрованих кислотах та лугах (табл.2).

Таблиця 2 – Стійкість полімерсилікатних систем в агресивних середовищах

Середовище і концентрація	Коефіцієнт хімічної стійкості у віці, дб					
	28			180		
	склад 1	склад 2	еталон	склад 1	склад 2	еталон
25% сірчана к-та	1,04	1,10	1,09	1,27	1,30	1,08
25% соляна к-та	1,09	1,00	1,10	1,30	1,32	1,06
25% азотна к-та	1,06	0,97	0,90	1,26	1,03	1,02
5% хлорид Na	0,99	0,96	0,96	0,99	0,98	0,99
25% NaOH	1,05	1,06	0,88	1,17	1,14	0,97
10% морська сіль	0,96	0,93	1,00	0,98	0,96	1,01
5% MgSO <sub>4</sub>	0,91	0,94	1,06	1,01	1,05	1,07
Бензин	0,94	0,97	0,87	0,97	0,95	0,89

Примітка. Як еталон використовували відому рецептуру: ізоціанат – 40, пластифікатор – 20, рідке скло – 40%.

У бетонних зразках з двохшаровим покриттям у внутрішніх шарах не спостерігаються ознаки корозії, що вказує на високу хімічну стійкість композицій і їх непроникливість. Стійкість систем обумовлена тим, що в результаті хімічної взаємодії між усіма складовими утворюється однорідна система, яка може вступати у взаємодію з агресивним середовищем.

Для збільшення термічної стійкості найбільш ефективно введення в систему як наповнювачів глин. Дослідження свідчать, що із збільшенням температури обробки міцність зразків з таких композицій інтенсивно зростає і при  $t=180^{\circ}\text{C}$  їх міцність на стиск у 1,5-2 рази вища.

На основі рецептури полімерних композитів співробітниками Київських магістральних енергомереж (КМЕМ) Укренерго і НДІБК було виконано експериментальне впровадження таких ремонтних складів при ремонті залізобетонних конструкцій ЛЕП: колон, таврової залізобетонної балки і стояка.

Стояк з перерізом 25х25 см і довжиною 2 м і залізобетонна балка з тавровим перерізом висотою 0,5 м і довжиною 2,5 м знаходилися в аварійному стані: 80-85% захисного шару бетону зруйновано з оголенням несучої арматури. Крім того, балка мала багато місцевих дефектів і декілька поперечних тріщин. Колони мали місцеві дефекти (відколи).

Для ремонту дослідних ділянок використовували склади з заповненням і без нього. Як заповнювач використовували річний пісок.

Включення заповнювача в матеріал дозволяє зменшити відносну частку полімеру в композиції (тобто дозволяє економити полімерне зв'язуюче).

Підготовка зруйнованих поверхонь складалася з очищення з допомогою залізної щітки від ослабленого бетону зруйнованих місць, зачищення арматури, поверхні.

Невеликі місцеві тріщини на залізобетонній балці і на колонах заповнювали ремонтним складом з допомогою малярної щітки.

Великі дефекти спочатку ґрунтували: обмазували зруйновані поверхні, арматуру. Потім з допомогою композицій з кварцевим піском (співвідношення полімерне зв'язуюче: пісок – 1:3 і 1:5) заповнювали в опалубці дефекти та відновлювали форми конструкцій.

У процесі використання дослідні суміші показали себе технологічними, що мають досить великий час реалізації (більше 30хв.).

Роботи з нанесення матеріалу не потребують спеціального обладнання й виконуються вручну з допомогою малярних щіток та шпатель.

Роботи з ремонту залізобетонної опори і колон проводили в січні на вулиці при температурі  $1 \pm 1$  °С, де вони зараз і знаходяться й зазнають впливу навколишнього середовища. Таврова балка після 7 діб тверднення при температурі 5-10 °С була винесена на вулицю, де також зазнала впливу навколишнього середовища.

З використанням сумішей були сформовані зразки-балочки розміром 40х40х160 мм, зразки - кубики з розміром ребра 20 мм, які зберігалися в тих же умовах, що і тверднучі ремонтні суміші. Після 7 діб тверднення їх випробували на стиск. Результати наведені в табл.3.

Таблиця 3 – Результати випробувань ремонтних композицій

№ п/п	Склад ремонтних композицій	Міцність на стиск композицій, МПа, що тверднули при температурі, °С	
		5	20
1	Склад 1	65	90
2	Склад 1 з кварцевим піском (полімерне зв'язуюче:пісок – 1:5)	40	55
3	Склад 2	55	90
4	Склад 2 з кварцевим піском (полімерне зв'язуюче:пісок – 1:3)	30	42
5	Склад 2 з кварцевим піском (полімерне зв'язуюче:пісок – 1:5)	27	32

Інтенсивність тверднення ремонтних композицій значною мірою залежить від температури навколишнього середовища та підпорядковується відомим у цій області закономірностям. Для прискорення хімі-

чних процесів та покращення технологічності робіт на морозі доцільно підвищити термін перемішування суміші в цих умовах в 1,5 раза.

Отриманні результати дозволяють рекомендувати розроблені захисні композиції для підвищення стійкості споруд до дії агресивних середовищ і підвищення довговічності конструкцій.

Високі експлуатаційні властивості розроблених органомінеральних матеріалів дозволили з успіхом використати їх при ремонті залізобетонних конструкцій. Композиції з наповненням у вигляді кварцевого піску можна використовувати при реконструкції, ремонті, відновленні бетонних і залізобетонних конструкцій, поверненні габаритів конструктивним елементам.

1. Карякина М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий. — М.: Химия, 1998. — 272 с.

*Отримано 18.05.2002*

УДК 625.858

В.А.ЗОЛОТАРЕВ, д-р техн. наук, Я.И.ПЫРИГ  
*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

### **СВЯЗЬ ЭКВИПЕНЕТРАЦИОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ С ПРОЧНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ БИТУМА И АСФАЛЬТОБЕТОНА**

Выполнены исследования по изучению зависимостей когезии и пенетрации битумов, а также механических свойств асфальтовых систем от эквипенетрационной температуры.

В настоящее время, согласно требованиям ДСТУ 4044-2001 для оценки качества вязких битумов используется ряд показателей, характеризующих их механические свойства: пенетрация, температура хрупкости и температура размягчения, дуктильность. Результаты определения этих показателей выражающиеся в различных условных единицах и зависящие от конструкции прибора и условий испытания, некоторым образом связаны с соответствующими реологическими характеристиками битумов, но не позволяют в полной мере их оценить.

Так, например, растяжимость связана с содержанием смол и ароматических углеводородов и чем выше данный показатель, тем больше развита зона линейного поведения битумов, тем выше температурная чувствительность модулей упругости и потерь. Температура хрупкости ( $T_{хр}$ ) является температурой структурного перехода битума в область, где он имеет высокий модуль упругости при пониженной прочности. Температура размягчения ( $T_r$ ) рассматривается как ориентировочная характеристика модуля деформации ( $1,5 \cdot 10^2$  Па) и вязкости